

## In Source Waste Separation in Rural Regions of Northern Iran: A Theory-Driven Intervention

**Mojtaba Aliakbari Sefiddarboni**

MSc. in Environmental Health Engineering-Waste Management, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Sakineh Rakhshanderou**

Associate Professor of Health Education and Health Promotion, School of Public Health & Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Mohtasham Ghaffari**

\* Professor of Health Education and Health Promotion, Environmental and Occupational Hazards Control Research Center, Research Institute for Health Sciences and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. School of Public Health & Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. (Corresponding Author) mohtashamghaffari@sbmu.ac.ir.

**Seyyed Nadali Alavi Bakhtiarvand**

\* Professor of Environmental Health Engineering, School of Public Health & Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. (Corresponding Author) Alavi@sbmu.ac.ir.

**Mohammad Rafiee**

Associate Professor of Environmental Health Engineering, School of Public Health & Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Mohsen Sadani**

Assistant Professor of Environmental Health Engineering, School of Public Health & Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### Abstract

**Background and Purpose:** It is necessary to implement appropriate solutions regarding waste separation at source. This study aimed to investigate the impact of a Theory of Planned Behavior-based intervention on households' in source waste separation behavior.

**Materials and Methods:** This is an interventional research on 184 households in rural areas, northern Iran, 2024-2025. Two villages were randomly selected and assigned. After pre-test, a TPB-based intervention was implemented. In addition, some environmental facilitations like preparing a separate waste collection booth were carried out. Follow-up was conducted two months after intervention. The data collection tool was a TPB-based questionnaire. Data analysis was performed by SPSS16 and using Chi-square, Fisher, t-test, paired t-test, and ANCOVA.

**Results:** Findings of ANCOVA showed a significant difference between experimental and control groups in terms of mean scores of attitude ( $56.70 \pm 2.80$  vs  $61.15 \pm 2.27$ ), perceived behavioral control ( $17.04 \pm 2.20$  vs  $18.91 \pm 1.10$ ), subjective norms ( $30.66 \pm 2.15$  vs  $33.27 \pm 1.33$ ), behavioral intention ( $14.93 \pm 1.55$  vs  $24.00 \pm 0.86$ ), and in source waste separation behavior ( $27.42 \pm 2.01$  vs  $42.58 \pm 1.22$ ), two months after intervention ( $P < 0.05$ ). The mean scores of all TPB constructs before and two months after the intervention in the experimental group were significantly increased ( $P < 0.05$ ), while in the control group, except for the attitude ( $P = 0.045$ ), no significant change was observed for the TPB constructs ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** The present attempt confirms the effectiveness of education based on TPB framework along with some environmental interventions in facilitating waste separation behavior. Therefore, the use of behavior change models for planning in the field of environmental problems, especially waste separation, is recommended.

**Keywords:** Waste Separation, Intervention, Theory of Planned Behavior, Behavior

**Open Access Policy:** This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

► **Citation:** Aliakbari Sefiddarboni M, Rakhshanderou S, Ghaffari M, Alavi Bakhtiarvand S.N, Rafiee M, Sadani M. In Source Waste Separation in Rural Regions of Northern Iran: A Theory-Driven Intervention. *Iran J Health Educ Health Promot.* Winter 2026; 14(1):82-97.

Received: 2025/06/22

Accepted: 2025/10/23

Doi: 10.22034/14.1.7

## تفکیک پسماند از مبدا در مناطق روستایی شمال ایران: یک مداخله‌ی نظریه محور

مجتبی علی اکبری سفیدداری

کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط - مدیریت  
پسماند، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی  
شهید بهشتی، تهران، ایران.

سکینه رخشنده‌رو

دانشیار آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت، دانشکده  
بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی،  
تهران، ایران.

محتشم غفاری

\* استاد آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت، مرکز تحقیقات  
کنترل عوامل زیان‌آور محیط و کار، پژوهشکده علوم  
بهداشتی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید  
بهشتی، تهران، ایران. دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه  
علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. (نویسنده  
مسئول) mohtashamghaffari@sbmu.ac.ir

سید نادعلی علوی بختیاروند

\* استاد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و  
ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.  
(نویسنده مسئول) Alavi@sbmu.ac.ir

محمد رفیعی

دانشیار مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و  
ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

محسن سعدانی

استادیار مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و  
ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

### چکیده

**زمینه و هدف:** برای تفکیک پسماند از مبدا باید راهکارهای مناسبی ارائه شود. هدف این پژوهش، بررسی اثربخشی مداخله مبتنی بر نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده در خصوص رفتار تفکیک پسماند از مبدا خانوارها می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش مداخله‌ای از نوع کارآزمایی تصادفی شاهددار در عرصه در ۱۸۴ خانوار مناطق روستایی شمال ایران در سال ۱۴۰۳ انجام شد. پس از پیش‌آزمون، مداخله آموزشی مبتنی بر TPB در کنار مداخلات محیطی انجام گرفت. دو ماه بعد، ارزشیابی مداخله انجام گرفت. ابزار گردآوری داده، پرسشنامه مبتنی بر TPB بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS16 و آزمون‌های کای‌دو، فیشر، تی‌مستقل، تی‌زوجی و آنالیز کوواریانس انجام گرفت.

**یافته‌ها:** آزمون ANCOVA تفاوت معنی‌داری بین گروه آزمون در مقایسه با گروه کنترل از نظر میانگین امتیازات نگرش ( $61/15 \pm 2/27$  در مقابل  $56/70 \pm 2/80$ )، کنترل رفتاری درک‌شده ( $18/91 \pm 1/10$  در مقابل  $17/04 \pm 2/20$ )، چهارهای انتزاعی ( $33/27 \pm 1/33$  در مقابل  $30/66 \pm 2/15$ )، قصد رفتاری ( $24/00 \pm 0/86$  در مقابل  $14/93 \pm 1/55$ ) و رفتار تفکیک پسماند از مبدا ( $42/58 \pm 1/22$  در مقابل  $27/42 \pm 2/01$ )، دو ماه بعد از مداخله نشان داد ( $P < 0/05$ ) میانگین امتیازات همه‌ی سازه‌های TPB قبل و دو ماه بعد از مداخله در گروه آزمون تفاوت معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ) در حالی‌که در گروه کنترل به‌جز سازه‌ی نگرش ( $P = 0/05$ )، در بقیه‌ی سازه‌ها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** مطالعه‌ی حاضر اثربخشی مداخله‌ی آموزشی مبتنی بر TPB را به‌همراه مداخلات محیطی جهت تسهیل تفکیک پسماند از مبدا تأیید می‌کند. استفاده از الگوهای رفتاری برای برنامه‌ریزی مسائل محیط زیست به‌ویژه تفکیک پسماند توصیه می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** تفکیک پسماند از مبدا، آموزش، مداخله، نظریه‌ی رفتار برنامه‌ریزی‌شده، رفتار

◀ **استناد:** علی اکبری سفیدداری م، رخشنده‌رو س، غفاری م، علوی بختیاروند س، ن، رفیعی م، سعدانی م. تفکیک پسماند از مبدا در مناطق روستایی شمال ایران: یک مداخله‌ی نظریه‌محور. *فصلنامه‌ی آموزش بهداشت و ارتقا سلامت*. زمستان ۱۴۰۴؛ ۱۴(۱): ۸۲-۹۷.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۱

نوع مقاله: پژوهشی

## مقدمه

در کشورهای در حال توسعه، رشد سریع جمعیتی، شهرنشینی، صنعتی‌سازی و توسعه اقتصادی منجر به تولید حجم وسیعی از پسماندهای جامد شهری در مناطق مسکونی شده است (۱). بیش از ۵۵ درصد از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند که انتظار می‌رود این میزان تا پایان سال ۲۰۵۰ به ۶۸ درصد برسد (۲). بر اساس آمار بانک جهانی، مقدار کلی تولید پسماند شهری بر اساس داده‌های موجود ۳۵۳۲۲۵۵ تن در روز بود که با احتساب جمعیت شهرنشین ۲۹۸۹ میلیون نفری جهان، سرانه تولید روزانه پسماند معادل ۱/۱۹ کیلوگرم در روز است. پیش‌بینی می‌شود میزان تولید تا پایان سال ۲۰۲۵ به ۶۰۶۹۷۰۵ تن در روز برسد، که با توجه به جمعیت شهرنشین احتمالی ۴۲۸۷ میلیون نفری جهان در آن سال، سرانه تولید به ۱/۴۲ کیلوگرم در روز خواهد رسید (۲). رشد روزافزون جمعیت شهری ایران به همراه فقدان سیاست‌گذاری و ارزیابی فعالیت‌های گوناگون شهری بر اساس برنامه‌ی جامع و کلان ملی و تداوم ورود انواع مواد زائد به محیط‌زیست ازجمله عوامل بحران‌زایی است که محیط‌زیست طبیعی و وضعیت بهداشت و سلامت انسان‌ها را در معرض تهدید گوناگون قرار داده است. از طرفی روزبه‌روز بر پیچیدگی روند تولید مواد زائد افزوده شده و تولید روزافزون آن‌ها که حاصل فعالیت‌های انسانی است، به یکی از معضلات و مشکلات شهرها و روستاها تبدیل شده است (۳). نتایج تحقیقات انجام شده در کشور نشان می‌دهد، هر شهروند ایرانی به‌طور متوسط ۷۰۰-۱۰۰۰ گرم پسماند در روز تولید کرده، که حدود ۷۰ درصد آن پسماند غذایی، ۲۹ درصد آن پسماند خشک قابل بازیافت و ۱ درصد آن را پسماند خطرناک تشکیل می‌دهد (۴).

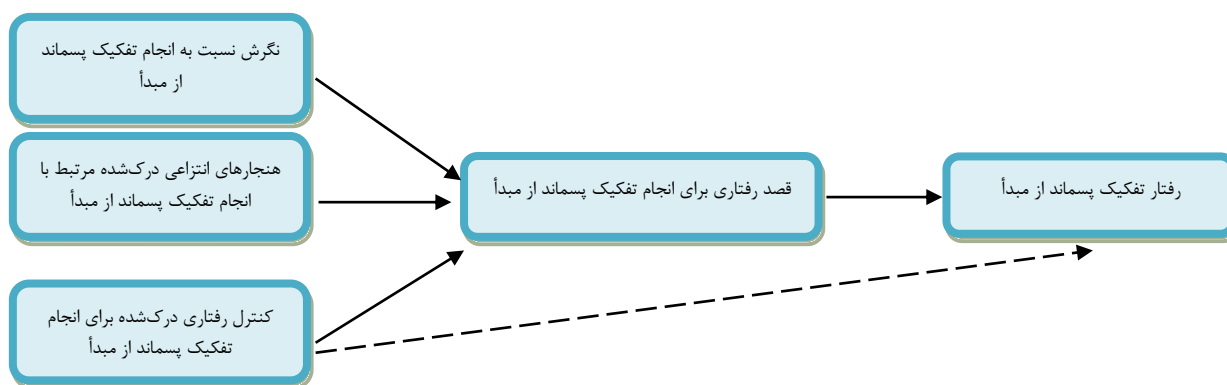
توجه به امر بهداشت و سلامت جامعه و رعایت جنبه‌های پیشگیری قبل از درمان بدون توجه به سیستم‌های جمع‌آوری و دفع پسماند که یکی از عوامل آلودگی شهرها و روستاها است امکان‌پذیر نیست (۶)، روش‌های کنونی جمع‌آوری، نگهداری و دفن مواد زائد جوابگوی احتیاجات امروز و آینده نیست. بنابراین، بازیافت اصولی و همه‌جانبه به‌عنوان گزینه‌ای جهت

کاهش مواد زائد شهری و افزایش بهره‌وری در مدیریت مواد زائد است (۷). یکی از جالب‌ترین گزینه‌ها در مدیریت مواد زائد جامد، بازیافت مواد زائد جامد است که از طریق صرفه‌جویی‌های اقتصادی و فواید محیط زیستی همواره مورد توجه بوده است. بازیافت مواد زائد جامد در کشورهای توسعه‌یافته، دارای قدمت بیشتری است و امروزه بسیاری از این کشورها، قسمت قابل توجهی از ترکیبات پسماند شهری را بازیافت می‌کنند (۸،۱). تفکیک از مبدأ پسماند جامد شهری یکی از راهکارهای اساسی و ارزشمندی است که باعث بازیابی مواد قابل استفاده مجدد یا قابل بازیافت، دستیابی به مزایای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی می‌شود (۹). طبق گزارش‌ها، ۷۰ درصد پسماندهای جهان بازیافت می‌شود و این در حالی است که در ایران این مهم تنها در ۲۰ درصد پسماندها اتفاق می‌افتد (۱۰). در ایران تنها ۱۰ درصد پسماندها در مبدأ تفکیک می‌شود که نماد سطح مشارکت پایین ایرانیان در تفکیک ۲۰ میلیون تن پسماند سالانه این کشور است. از این مقدار پسماند تولیدی ۸۰ درصد سهم ساکنان شهرها و ۲۰ درصد باقی‌مانده آن تولید ساکنان روستاهای ایران است (۱۰). تفکیک صحیح پسماند می‌تواند تقریباً یک‌سوم پسماندهایی که به محل‌های دفن منتقل می‌شوند را حذف کند و مواد بازیافتی، استفاده مجدد و بازسازی‌شده را افزایش دهد (۱۱). افزایش سطح تفکیک از مبدأ می‌تواند به کاهش هزینه‌های جمع‌آوری و دفع پسماند منجر گردد که بخش مهمی از هزینه‌های مدیریت پسماند را به‌خود اختصاص داده است. به‌عنوان نمونه گزارش‌ها نشان داده است روزانه حدود ۲۰ درصد از هزینه‌ی شهرداری‌ها در ایران صرف جمع‌آوری و دفع نهایی پسماند می‌شود (۱۲). در برنامه‌ی تفکیک از مبدأ کاربرد تکنولوژی‌های مدرن و پیشرفته نقش چندانی ندارد، موفقیت این طرح‌ها بیشتر در گرو سیاست‌گذاری صحیح و ایجاد برنامه‌های مناسب آموزشی و فرهنگی برای اقشار مختلف مردم، تدوین قوانین و مقررات ویژه و ایجاد زیرساخت‌های لازم (تسهیلات جمع‌آوری) از طرف مسئولان است (۴).

در استان گیلان به دلیل وضعیت خاص جغرافیایی، قابلیت توسعه جوامع انسانی وجود داشته که این مهم یکی از دلایل تشکیل مراکزی از جمله مراکز روستایی در سطح استان می‌باشد. وجود زمین‌های زیاد کشاورزی و استقرار خانوارهای متعدد در پیرامون و مجاورت این زمین‌ها، گیلان را به استانی با تراکم بالای مراکز روستایی تبدیل کرده است. استان گیلان دارای ۱۷ شهرستان، ۵۶ شهر، ۴۶ بخش و ۱۱۰ دهستان می‌باشد (۱۳). در راستای افزایش جمعیت روستایی با توجه به فرهنگ مصرفی حاکم، افزایش مقدار پسماند روزانه تولیدشده اجتناب‌ناپذیر بوده و عدم سامان‌دهی صحیح پسماند، مشکلات متعددی را طی سالیان اخیر در زمینه‌های اجتماعی و اقتصادی منطقه به وجود آورده است (۱۴، ۱۵). با توجه به محیط زیست آسیب‌پذیر استان گیلان که دارای مناطق و اکوسیستم‌های مختلفی مانند مناطق آبی، ساحلی و مناطق تالابی مهمی مانند تالاب بین‌المللی انزلی می‌باشد، مشکلات حاصل از عدم سامان‌دهی مناسب پسماند و اثرات مخرب حاصل از رهاسازی غیراصولی پسماند، بیش‌ازپیش نمایان می‌گردد. ایجاد سیستمی منظم جهت سامان‌دهی پسماند یکی از نیازهای اولیه مراکز مسکونی کشورهای درحال توسعه برای حل مشکلات روزافزون پسماند می‌باشد (۱۶).

به موازات زیرساخت‌های محلی موجود، قوانین و مقررات و تعامل عوامل مدیریت پسماند (مدیریت، تولیدکنندگان بسته‌بندی، مشاغل، خانوارها و مدیران پسماند)، عوامل اجتماعی متعددی بر قصد رفتار تفکیک و بازیافت پسماند تأثیر می‌گذارند. متغیرهای مختلف بیرونی و درونی وجود دارند که قصد تفکیک و بازیافت

پسماند را تعیین می‌کنند. برخی عوامل روانشناختی شامل: میزان آسانی یا دشواری درک‌شده فرد برای انجام رفتار، میزان دانش و اطلاعات شخص، هنجارهای انتزاعی (فشار درک‌شده از طرف اطرافیان) درک‌شده و هنجارهای اخلاقی خود فرد، نگرش شخص و نگرانی‌های زیست محیطی او، عادت فردی برای انجام رفتار تفکیک پسماند و میزان اعتماد افراد به سیستم‌های مدیریت پسماند می‌باشند (۱۷). چندین نظریه برای توضیح عوامل مؤثر بر قصد و رفتار تفکیک پسماند به کار گرفته شده است که نظریه‌ی رفتار برنامه‌ریزی شده (TPB) یکی از متداول‌ترین‌هاست (۱۸، ۱۹). بر اساس نظریه‌ی رفتار برنامه‌ریزی شده مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده‌ی رفتار، قصد فرد برای انجام آن رفتار می‌باشد. قصد توسط سه عامل تعیین می‌گردد که اولین عامل، نگرش فرد نسبت به رفتار است که بازتابی از ارزشیابی مثبت و منفی فرد نسبت به آن رفتار می‌باشد. دومین عامل یعنی هنجارهای انتزاعی، درک شخص از باورهای افراد مهم زندگی‌اش برای انجام دادن یا انجام ندادن رفتار است. سومین عامل با نام کنترل رفتاری درک‌شده، درک فرد از آسانی و سختی انجام کار است که شامل عواملی داخلی و خارجی می‌باشد. این عوامل می‌توانند موجب تسهیل یا ممانعت انجام رفتار گردند. در واقع بر اساس این نظریه، شخص زمانی که انجام رفتاری را مثبت ارزشیابی کند، معتقد باشد افرادی صاحب نفوذ و مهم فکر می‌کنند که او باید رفتار را انجام بدهد و تصور کند که انجام رفتار تحت کنترل اوست، قصد انجام آن رفتار را خواهد داشت (۲۰) (شکل ۱).



شکل ۱. چارچوب نظریه‌ای استفاده شده در مطالعه برای رفتار تفکیک پسماند از مبدأ

ضریب اطمینان ۹۵٪، توان آزمون ۹۰٪،  $d=0.5$ ، حداقل ۸۴ نفر و با در نظر گرفتن ۱۰ درصد ریزش، ۹۲ نفر در هر گروه تعیین شد. از چهار بخش شهرستان رودبار، به‌صورت تصادفی بخش مرکزی برای پژوهش انتخاب شد. فهرستی از روستاهای بالای ۱۰۰ خانوار در بخش مرکزی ایجاد کرده و هر روستا یک خوشه در نظر گرفته شد و دو روستا به‌صورت خوشه‌ای تصادفی انتخاب و سپس به‌صورت تصادفی به‌عنوان روستای مداخله و روستای کنترل انتخاب یافتند. نمونه‌ها در روستا طبق معیارهای ورود (تمایل به شرکت در مطالعه و داشتن سواد خواندن و نوشتن) وارد مطالعه شد. با مرکز خدمات جامع سلامت و خانه‌ی بهداشت مربوطه در روستاهای مداخله و کنترل هماهنگی‌های لازم انجام شد و پژوهشگر با استفاده از «سامانه‌ی یکپارچه‌ی بهداشت: سیب» اطلاعات مورد نیاز را برداشت کرد. نحوه‌ی برداشت اطلاعات به این صورت بود که ابتدا با استفاده از فیلترهایی که در سامانه وجود دارد، زنان خانوار در روستای موردنظر را یافته و سپس با استفاده از یک نرم‌افزار تولید شماره‌ی تصادفی، یک شماره ایجاد می‌شد و به ردیفی از سامانه‌ی سیب که همان شماره را داشت مراجعه کرده و اطلاعات تماس موردنیاز برداشت می‌شد. پس از گردآوری اطلاعات نمونه‌ها، با هر فرد تماس برقرار شد و پس از معرفی شخص محقق و توضیح هدف مطالعه، در صورتی‌که مایل بودند در این تحقیق شرکت کنند، به‌عنوان نمونه در نظر گرفته شد (نمودار ۱).

با توجه به آنچه گفته شد، مطالعه‌ی حاضر با هدف طراحی، اجرا و ارزشیابی مداخله‌ی مبتنی بر نظریه‌ی رفتار برنامه‌ریزی‌شده به‌همراه برخی مداخلات محیطی در خصوص ارتقاء رفتار تفکیک پسماند از مبدأ در روستاهای منتخب شهرستان رودبار انجام گرفت.

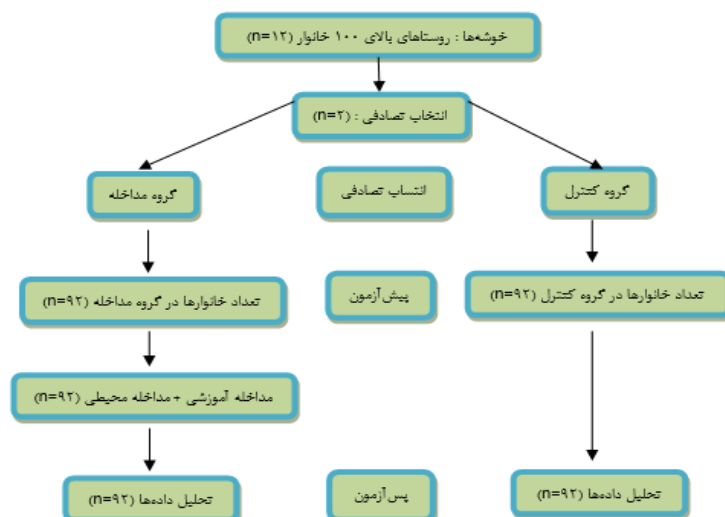
## مواد و روش‌ها

### طراحی مطالعه و محیط پژوهش

در این پژوهش مداخله‌ای از نوع کارآزمایی تصادفی شاهددار در عرصه (Randomized Controlled Field Trial)، جامعه‌ی مورد بررسی زنان خانه‌دار روستاهای منتخب شهرستان رودبار بوده است. شهرستان رودبار با مساحتی معادل ۲۵۷۴ کیلومتر مربع دومین شهرستان استان گیلان به لحاظ وسعت است که ۱۶/۹ درصد از مساحت استان گیلان را در بردارد و مرکز آن شهر رودبار است. توپوگرافی ناهموار منطقه باعث شده نیمی از مساحت شهرستان رودبار دارای شیب بالاتر از ۵۰ درصد باشد. براساس آخرین سرشماری شهرستان رودبار (۱۳۹۵) دارای ۹۴۷۲۰ نفر جمعیت و ۳۱۱۴۶ خانوار است. این شهرستان دارای چهار بخش (مرکزی، عمارلو، خورگام و رحمت‌آباد و بلوکات)، ۷ شهر (لوشان، رستم‌آباد، منجیل، رودبار، توتکابن، بره سر، جیرنده)، ۱۰ دهستان (دلفک، کلشتر، رستم‌آبادشمالی، رستم‌آبادجنوبی، رحمت‌آباد، بلوکات، دشتویل، کلیشم، جیرنده، خورگام) و ۱۵۷ روستا است (سازمان برنامه و بودجه استان گیلان، ۱۳۹۵) (۲۱).

### نمونه‌گیری و معیارهای ورود و خروج

حجم نمونه‌ی لازم در این بخش بر اساس فرمول زیر و



نمودار ۱. نمودار جریان شرکت‌کنندگان در مطالعه

### جمع‌آوری داده‌ها

برای گردآوری داده‌ها در این تحقیق، پرسشنامه مبتنی بر TPB که روایی و پایایی آن تایید شده بود، استفاده گردید (۲۲). با توجه به این‌که این ابزار در شهر تهران روانسنجی شده بود، برای استفاده در این تحقیق و اطمینان از خوانایی و مناسب بودن آن برای جامعه مورد مطالعه، مجدد از روایی صوری استفاده گردید. روایی صوری مربوط به ظاهر سؤالات یک پرسشنامه است که علاوه بر درست بودن ساختار صوری سؤالات به انتخاب گزینه‌های قابل فهم و معقول آن‌ها اشاره دارد (۲۳). برای این منظور، پرسشنامه در اختیار ۱۰ نفر از زنان خانوار ساکن شهرستان به غیر از روستاهای منتخب در مطالعه‌ی اصلی گذاشته شد و از آنان خواسته شد که ضمن تکمیل، هر گونه ابهام در عبارات را مشخص کنند که با توجه به بازخورد افراد، هیچ‌گونه تغییری در پرسشنامه مورد نیاز نبود. پرسشنامه از ۲ بخش تشکیل شده بود. بخش اول شامل «اطلاعات دموگرافیک» با ۷ سؤال، و بخش دوم مشتمل بر سازه‌های «نگرش» با ۱۳ سؤال (نمونه سؤال: معتقدم که تفکیک پسماند برای حفاظت از محیط زیست بسیار مهم است.)، «کنترل رفتاری درک‌شده» با ۴ سؤال (نمونه سؤال: تفکیک پسماند یک امر پر دردسر است.)، «هنجارهای انتزاعی» با ۷ سؤال (نمونه سؤال: خانواده من فکر می‌کنند باید پسماندها را در خانه تفکیک کنم.)، «قصد رفتاری» با ۵ سؤال (نمونه سؤال: قصد دارم در آینده‌ی نزدیک - یک ماه آینده - پسماند

خانگی خود را تفکیک کنم)، و «رفتار» با ۹ سؤال (نمونه سؤال: همه‌ی مواد قابل بازیافت را تفکیک می‌کنم) بود. مقیاس نمره‌دهی در بخش نگرش، هنجارهای انتزاعی، کنترل رفتاری درک‌شده، و قصد رفتاری طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای از «کاملاً موافقم» ۵ امتیاز، «موافقم» ۴ امتیاز، «نظری ندارم» ۳ امتیاز، «مخالفم» ۲ امتیاز و «کاملاً مخالفم» ۱ امتیاز می‌باشد. دامنه‌ی امتیازات سازه‌های نگرش، کنترل رفتاری درک‌شده، هنجارهای انتزاعی و قصد رفتاری، به ترتیب: ۱۳-۶۵، ۴-۲۰، ۷-۳۵ و ۵-۲۵ است. مقیاس نمره‌دهی در بخش رفتار از «همیشه» ۵ امتیاز، «بیشتر اوقات» ۴ امتیاز، «گاهی اوقات» ۳ امتیاز، «به ندرت» ۲ امتیاز و «هرگز» ۱ امتیاز و با دامنه‌ی امتیازات ۹-۴۵ بود.

### روش کار و مداخله

پس از نمونه‌گیری و برای انجام پیش‌آزمون، پرسشنامه‌ها توسط زنان خانوار در هر دو گروه مداخله و کنترل تکمیل شد و پس از تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از پیش‌آزمون و بر مبنای نیاز آموزشی تشخیص داده‌شده، محتوای آموزشی، تعداد جلسات آموزشی، زمان لازم برای آموزش در زمینه‌ی هر یک از سازه‌های نظریه رفتار برنامه‌ریزی‌شده تعیین گردید. برای بررسی نیاز آموزشی، فراوانی پاسخ‌های صحیح و غلط افراد به تک تک سؤالات بخش‌های پرسشنامه استخراج و مد نظر قرار گرفتند و در مواردی که نیاز آموزشی بالا تشخیص داده شد در برنامه‌ی مداخله‌ی مورد توجه و تأکید بیشتری قرار گرفت. محتوای آموزشی با در نظر گرفتن اهداف رفتاری موردنظر،



حیطه‌های آموزشی (عاطفی، شناختی و روانی حرکتی)، روش‌ها و وسایل آموزشی در دسترس، علاقه‌مندی و توانایی گروه هدف تنظیم شد. مداخله‌ی آموزشی در این مطالعه به‌صورت ۵ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای طی ۴ هفته توسط پژوهشگر و با همکاری رابط سلامت و کارشناس بهداشت محیط، کارشناس سازمان محیط زیست و با روش‌های سخنرانی و پرسش و پاسخ و بحث گروهی و با استفاده از کلیپ‌های ویدئویی (۵ کلیپ ویدئویی که در خصوص آموزش تفکیک پسماند، پسماند و تفکیک زباله که توسط واحد مشاوره و سلامت اداره آموزش و پرورش شهرستان خرمشهر تهیه شده بود، تفکیک زباله در منزل که توسط شرکت به‌روب که یک سامانه هوشمند جمع‌آوری پسماند است تهیه شده است، تفکیک زباله و مدیریت پسماند که توسط سازمان مدیریت پسماند شهرداری کرج تهیه شده بود و تولید کمپوست در خانه) و پمفلت (۳) پمفلت با موضوع با تفکیک پسماندها به صورت تر و خشک به حفظ بزرگترین دارایی‌مان، زمین زیبا کمک نماییم، تفکیک از مبدأ پسماند خشک و تر، بازیافت پسماند و فواید آن که تمامی مطالب آن‌ها به‌صورت علمی و با بیانی ساده) و اسلایدهای پاورپوینت برگزار گردید. همچنین جهت مداخله محیطی با هماهنگی‌های صورت گرفته با بخش‌داری و دهیاری و همچنین شهرداری شهر رودبار و شهرداری شهر رستم‌آباد، یک کانکس به‌منظور دریافت پسماند تفکیک‌شده آماده سازی شد (طراحی کانکس و تبلیغات در راستای تفکیک پسماند) و در محل مناسب (مکان پرتردد و مرکزی روستا) قرار گرفت. همچنین روز و زمان تحویل پسماندهای تفکیک شده در یکی از پمفلت‌های توزیع شده بین شرکت‌کننده‌ها مشخص گردید و به خانوارها بعد از تحویل پسماند، کیسه تفکیک پسماند توزیع گردید (شکل ۲). لازم است توضیح داده شود که ۳ جلسه از جلسات آموزشی برای زنان خانوار اجرا گردید و در کنار آن در راستای پرداختن به سازه‌ی هنجارهای انتزاعی، ۱ جلسه با حضور همسران زنان شرکت‌کننده برگزار شد که انتظار می‌رفت در منزل

نگرش مثبت خود را بر تفکیک پسماند از مبدأ با اعضای خانواده خود در میان گذاشته و مطرح کنند و اعتقادات خود را به داشتن رفتار تفکیک پسماند از مبدأ ابراز کنند. همچنین، ۱ جلسه نیز در سه مدرسه واقع در روستای مورد مداخله، که ۲۳ نفر (۹ نفر مدرسه ابتدایی پسرانه، ۷ نفر مدرسه ابتدایی دخترانه و ۷ نفر متوسطه اول دخترانه) از فرزندان زنان شرکت‌کننده در مطالعه در این مدارس مشغول به تحصیل بودند، برنامه ریزی و اجرا گردید که انتظار می‌رفت دانش آموزان اعتقادات خود را به نفع رفتارهای تفکیک پسماند از مبدأ در خانواده‌های خود بیان کنند. بازه‌ی زمانی مداخله از ماه آبان سال ۱۴۰۳ تا ماه آذر همان سال بود. در این میان خانوارهای گروه کنترل هیچ مداخله آموزشی دریافت نکردند. سپس ۲ ماه بعد از انجام مداخله‌ی آموزشی (ماه اسفند)، پرسش‌نامه‌های موردنظر جهت تکمیل در اختیار هر دو گروه مداخله و کنترل قرار گرفت. زنان خانه‌دار قبل و ۲ ماه بعد از اجرای مداخله پرسشنامه را به‌صورت خودایفا و با حضور پژوهشگر تکمیل نمودند. پس از پایان مرحله پس‌آزمون در هر دو گروه، جهت رعایت ملاحظات اخلاقی، آموزش درباره موضوع تفکیک پسماند از مبدأ به گروه کنترل نیز ارایه گردید. طی یک جلسه فشرده ۹۰ دقیقه‌ای در مسجد روستای کنترل با هماهنگی به‌روز روستا، آموزش توسط کارشناس بهداشت محیط و کارشناس آموزش بهداشت به‌صورت سخنرانی و پرسش و پاسخ و به همراه توزیع سه پمفلت صورت گرفت. مباحث آموزشی عمده در این جلسه شامل؛ آشنایی با انواع پسماند قابل تفکیک، مشکلات ناشی از عدم رعایت مسائل بهداشتی و محیط زیستی، آشنایی با مراحل مدیریت مواد زائد جامد، مزایا و اهمیت اجرای طرح تفکیک از مبدأ و منافع اقتصادی این طرح، موانع تفکیک پسماند و راه‌های غلبه بر موانع تفکیک و عوامل انگیزشی جهت تفکیک پسماند بود (در جدول ۱، برنامه‌ی جلسات مداخله با جزییات مربوط به اهداف آموزشی و سازه‌های تحت تأثیر، افراد شرکت‌کننده و غیره به اختصار آورده شده است).



شکل ۲. نمونه هایی از مستندات مداخله تفکیک پسماند از مبدأ (از بالا به پایین به ترتیب از راست به چپ: (۱) راه اندازی غرفه ی بازیافت (۲) مداخله ی آموزشی با حضور زنان خانواده (۳) مداخله ی آموزشی با حضور فرزندان خانواده و برگزاری اردوی دانش آموزی با محوریت جمع آوری پسماندها شده در محیط (۴) دریافت پسماند تفکیک شده و دراختیار گذاشتن کیسه زباله و پمفلت به گروه مداخله (۵) مداخله-ی آموزشی با حضور همسران خانواده (۶) نصب سطل زباله در روستا از محل درآمد پسماند جمع آوری شده)

جدول ۱. برنامه ی مداخله ی آموزشی

| جلسه | اهداف آموزشی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | سازه های مورد نظر           | روش های آموزشی             | مواد و رسانه های آموزشی مورد استفاده                                                          | شرکت کنندگان | مدت      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| اول  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- زنان انواع پسماند قابل تفکیک را نام ببرند و معتقد باشند که تفکیک پسماند می تواند محیط اجتماعی بهتری را ایجاد کند.</li> <li>- زنان مشکلات ناشی از عدم رعایت مسائل بهداشتی و محیط زیستی پسماند را نام ببرند و فکر کنند تفکیک پسماند می تواند منابع را بازیافت کند.</li> <li>- زنان مراحل مدیریت مواد زائد جامد را نام ببرند و معتقد باشند مسئول برخورد با پسماندهایی هستند که تولید می کنند.</li> </ul> | نگرش                        | سخنرانی<br>بحث پرسش و پاسخ | اسلاید<br>پاورپوینت<br>تخته و<br>ماژیک                                                        | زنان         | ۴۵ دقیقه |
| دوم  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- زنان مزایا و اهمیت اجرای طرح تفکیک از مبدأ را نام ببرند و معتقد باشند تفکیک پسماند منافع اقتصادی به همراه دارد.</li> <li>- زنان موافق باشند که متخصصان حوزه مدیریت پسماند معتقدند که تفکیک پسماند باعث حفظ سلامت انسان و محیط می شود.</li> <li>- زنان موافق باشند که خانواده آن ها معتقدند که تفکیک پسماند به سلامت و اقتصاد خانواده و جامعه کمک می کند.</li> </ul>                                   | نگرش<br>هنجارهای<br>انتزاعی | سخنرانی<br>بحث پرسش و پاسخ | پمفلت ۱<br>کلیپ<br>ویدئویی ۱<br>کلیپ<br>ویدئویی ۲<br>کلیپ<br>ویدئویی ۳<br>اسلاید<br>پاورپوینت | زنان         | ۴۵ دقیقه |
| سوم  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- زنان به درک درستی از موانع تفکیک پسماند از مبدأ و راهکارهای غلبه بر آن موانع برسند.</li> <li>- زنان درک توانایی خود بر تفکیک پسماند از مبدأ در آینده داشته باشند.</li> <li>- زنان درک درستی از توانایی خود بر تفکیک پسماند از مبدأ، برای حفظ سلامت خود و خانواده و اجتماع داشته باشند.</li> <li>- زنان توانایی خود را برای تفکیک پسماند از مبدأ و عوامل انگیزشی آن را بیان کنند.</li> </ul>           | کنترل<br>رفتاری<br>درک شده  | بحث پرسش و پاسخ            | پمفلت ۲<br>پمفلت ۳<br>کلیپ<br>ویدئویی ۴<br>کلیپ<br>ویدئویی ۵<br>تخته و                        | زنان         | ۴۵ دقیقه |



| ماژیک |                                                                                             |                                                                                           |                                                                                         |                                                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| چهارم | زن موافق باشند که همسران آنها نگرش خوبی نسبت به تفکیک پسماند از مبدأ دارند                  | زن موافق باشند که همسران آنها معتقدند که تفکیک پسماند از مبدأ برای حفظ محیط زیست مفید است | زن موافق باشند که همسران آنها معتقدند که تفکیک پسماند از مبدأ برای سلامت مفید می باشد.  | زن موافق باشند که فرزندان آنها نگرش خوبی نسبت به تفکیک پسماند از مبدأ دارند.            |
|       |                                                                                             |                                                                                           |                                                                                         |                                                                                         |
| پنجم  | زن موافق باشند که فرزندان آنها معتقدند که تفکیک پسماند از مبدأ برای حفظ محیط زیست مفید است. | زن موافق باشند که فرزندان آنها معتقدند که تفکیک پسماند از مبدأ برای سلامت مفید می باشد.   | زن موافق باشند که فرزندان آنها معتقدند که تفکیک پسماند از مبدأ برای سلامت مفید می باشد. | زن موافق باشند که فرزندان آنها معتقدند که تفکیک پسماند از مبدأ برای سلامت مفید می باشد. |
|       |                                                                                             |                                                                                           |                                                                                         |                                                                                         |

و سطح تحصیلات همسر با همدیگر همسان بودند. با توجه به این که این عوامل می تواند بر نتایج مربوط به مقایسات بین گروهی در خصوص اثربخشی مداخله آموزشی تأثیر بگذارد بنابراین برای تعدیل اثر این متغیرها، از آزمون آماری آنالیز کواریانس (ANCOVA) در تحلیل داده ها استفاده گردیده است.

## یافته ها

مشخصات جمعیت شناختی مشارکت کنندگان در این تحقیق در گروه های مداخله و کنترل، در جدول ۲ نشان داده شده است و چنانچه مشاهده می شود دو گروه در همه متغیرها به جز سه متغیر سن، تحصیلات،

جدول ۲. ویژگی های جمعیت شناختی پایه برای گروه های مداخله و کنترل

| متغیر                   | مداخله<br>میانگین (انحراف معیار) | کنترل<br>میانگین (انحراف معیار) | P. Value |
|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------|
| سن                      | ۳۴/۶۷ (۶/۷۳)                     | ۳۷/۶۸ (۷/۰۷)                    | ۰/۰۰۳*** |
| زیرگروه                 | فرآوانی (درصد)                   | فرآوانی (درصد)                  |          |
| تحصیلات                 | ۲۳ (۲۵)                          | ۴۳ (۴۶/۷)                       | ۰/۰۰۱<   |
| تحصیلات همسر            | ۱۹ (۲۰/۷)                        | ۳ (۳/۳)                         |          |
| تحصیلات همسر            | ۳۳ (۳۵/۹)                        | ۴۷ (۵۱/۱)                       | ۰/۰۳۷*   |
| شغل                     | ۵۹ (۶۴/۱)                        | ۴۵ (۴۸/۹)                       |          |
| شغل                     | ۵ (۵/۴)                          | ۸ (۸/۷)                         | ۰/۳۸۸*   |
| تعداد اعضای خانواده     | ۸۷ (۹۴/۶)                        | ۸۴ (۹۱/۳)                       |          |
| تعداد اعضای خانواده     | ۱۵ (۱۶/۳)                        | ۹ (۹/۸)                         | ۰/۴۵۴*   |
| وضعیت اقتصادی خودگزارشی | ۳۷ (۴۰/۲)                        | ۳۵ (۳۸)                         |          |
| وضعیت اقتصادی خودگزارشی | ۲۶ (۲۸/۳)                        | ۳۴ (۳۷)                         |          |
| وضعیت اقتصادی خودگزارشی | ۱۴ (۱۵/۲)                        | ۱۴ (۱۵/۲)                       |          |
| وضعیت اقتصادی خودگزارشی | ۱ (۱/۱)                          | ۱ (۱/۱)                         | ۰/۳۶۴**  |
| وضعیت اقتصادی خودگزارشی | ۸۹ (۹۶/۷)                        | ۹۱ (۹۸/۹)                       |          |
| وضعیت اقتصادی خودگزارشی | ۲ (۲/۲)                          | ۰ (۰)                           |          |

\* P-value for Chi square test, \*\* P-value for Fisher test, \*\*\* P-value for t test

بر اساس نتایج، میانگین امتیازات نگرش، کنترل رفتاری درک شده و هنجارهای انتزاعی در گروه مداخله ۲ ماه بعد از افزایش از نظر آماری معنی دار بود ( $P < 0/001$ ) میانگین

مداخله نسبت به قبل از مداخله افزایش یافته بود که این

امتیازات نگرش در گروه کنترل نیز افزایش معنی داری یافته بود ( $P=0/045$ )، اما در بقیه ی سازه ها (کنترل رفتاری درک شده و هنجارهای انتزاعی) تغییر معنی داری مشاهده نشد ( $P>0/05$ ). طبق آزمون آنالیز کوواریانس دو ماه بعد از مداخله با تعدیل اثر پیش آزمون و متغیرهای مخدوش گر

نتایج نشان می دهد که دو گروه مداخله و کنترل در سازه های نگرش، کنترل رفتاری درک شده و هنجارهای انتزاعی تفاوت معناداری دارند ( $P<0/001$ )، که می تواند بیانگر تأثیر مداخله می باشد (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین، انحراف معیار و سطوح معنی داری امتیازات نگرش، کنترل رفتاری درک شده، هنجارهای انتزاعی در گروه های مداخله و کنترل قبل و دو ماه بعد از مداخله

| متغیر                | گروه        | قبل از مداخله<br>انحراف معیار $\pm$ میانگین | ۲ ماه بعد از مداخله<br>انحراف معیار $\pm$ میانگین | P. Value** |
|----------------------|-------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|
| نگرش                 | مداخله      | $57/65 \pm 2/71$                            | $61/15 \pm 2/27$                                  | $< 0/001$  |
|                      | کنترل       | $56/61 \pm 2/80$                            | $56/70 \pm 2/80$                                  | $0/045$    |
|                      | P. Value*   | $0/011$                                     | $< 0/001$                                         | -          |
|                      | P. Value*** | -                                           | $< 0/001$                                         | -          |
| کنترل رفتاری درک شده | مداخله      | $17/60 \pm 1/57$                            | $18/91 \pm 1/10$                                  | $< 0/001$  |
|                      | کنترل       | $17/00 \pm 1/75$                            | $17/04 \pm 2/20$                                  | $0/878$    |
|                      | P. Value*   | $0/016$                                     | $< 0/001$                                         | -          |
|                      | P. Value*** | -                                           | $< 0/001$                                         | -          |
| هنجارهای انتزاعی     | مداخله      | $31/21 \pm 2/00$                            | $33/27 \pm 1/33$                                  | $< 0/001$  |
|                      | کنترل       | $30/59 \pm 2/27$                            | $30/66 \pm 2/15$                                  | $0/310$    |
|                      | P. Value*   | $0/051$                                     | $< 0/001$                                         | -          |
|                      | P. Value*** | -                                           | $< 0/001$                                         | -          |

\* P-value from independent t-test, \*\* P-value from paired t-test, \*\*\* P-value from ANCOVA

میانگین امتیازات قصد رفتاری و رفتار درخصوص تفکیک پسماند از مبدأ در گروه مداخله ۲ ماه بعد از مداخله نسبت به قبل از مداخله افزایش یافته بود که این افزایش از نظر آماری معنی دار بود ( $P<0/001$ ) طبق نتایج آزمون آنالیز کوواریانس دو ماه بعد از مداخله با تعدیل اثر

پیش آزمون و متغیرهای مخدوش گر، امتیازات قصد رفتاری و رفتار در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری داشت ( $P<0/001$ )، که می تواند بیانگر تأثیر مداخله می باشد (جدول ۴).

جدول ۴. میانگین، انحراف معیار و سطوح معنی داری امتیازات سازه های قصد و رفتار در گروه های مداخله و کنترل قبل و دو ماه بعد از مداخله

| متغیر | گروه        | قبل از مداخله<br>انحراف معیار $\pm$ میانگین | ۲ ماه بعد از مداخله<br>انحراف معیار $\pm$ میانگین | P. Value** |
|-------|-------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|
| قصد   | مداخله      | $14/99 \pm 1/42$                            | $24/00 \pm 0/86$                                  | $< 0/001$  |
|       | کنترل       | $14/92 \pm 1/53$                            | $14/93 \pm 1/55$                                  | $0/829$    |
|       | P. Value*   | $0/764$                                     | $< 0/001$                                         | -          |
|       | P. Value*** | -                                           | $< 0/001$                                         | -          |
| رفتار | مداخله      | $27/74 \pm 2/24$                            | $42/58 \pm 1/22$                                  | $< 0/001$  |
|       | کنترل       | $27/18 \pm 1/82$                            | $27/42 \pm 2/01$                                  | $0/003$    |
|       | P. Value*   | $0/067$                                     | $< 0/001$                                         | -          |
|       | P. Value*** | -                                           | $< 0/001$                                         | -          |

\* P-value from independent t-test, \*\* P-value from paired t-test, \*\*\* P-value from ANCOVA

## بحث

این مطالعه در روستاهای شهرستان رودبار، گیلان، شمال ایران روی ۱۸۴ خانوار انجام شد. از نتایج این پژوهش می توان به افزایش معنی دار امتیازات نگرش به تفکیک پسماند بعد از مداخله در گروه مداخله اشاره

کرد. طبق یافته ها، میانگین امتیازات نگرش نسبت به تفکیک پسماند از مبدأ در هر دو گروه تفاوت معناداری داشته است اما این تغییر در گروه کنترل بسیار کمتر است و میانگین امتیازات نگرش در گروه مداخله در

مقایسه با گروه کنترل بعد از تعدیل اثر متغیرهای مخدوش‌گر (نمرات پیش‌آزمون و متغیرهای سن، تحصیلات و تحصیلات همسر) تفاوت معناداری داشته است که می‌تواند بیانگر تأثیر مداخله آموزشی باشد. افزایش معنی‌دار امتیازات نگرش در گروه کنترل نیز می‌تواند به دلایلی مانند اجرای پیش‌آزمون و تفکر و بازاندیشی افراد و بحث و تبادل نظرات احتمالی آن‌ها با اعضای خانواده و سایرین پس از پاسخ‌دهی به سؤالات پرسشنامه رخ داده باشد. در همین راستا مطالعه‌ی کریمی و همکاران (۲۴) که با هدف بررسی تأثیر مداخله از طریق دو روش آموزش چهره به چهره و پمفلت آموزشی بر تفکیک، جداسازی و بازیافت پسماند در شهر کلاله انجام دادند گزارش کردند که آموزش به روش صحیح توان افزایش نگرش در رابطه با تفکیک پسماند را دارد و با استفاده آموزش مستمر و وجود سازمان‌های تفکیک کننده می‌توان کمک شایانی به استفاده مجدد از پسماند نمود. همچنین از مطالعات دیگری که مشابه مطالعه‌ی حاضر افزایش بهبود معنی‌دار نگرش در اثر مداخله آموزش را در رابطه با موضوع تفکیک پسماند گزارش کردند می‌توان به مطالعه‌ی فلاح‌نژاد و همکاران (۲۵) اشاره کرد. از دیگر مطالعاتی که هم‌راستا با مطالعه‌ی حاضر می‌باشد مطالعه‌ی استبصاری و همکاران (۲۶) با هدف بررسی تأثیر نقش دانش‌آموزان بر عملکرد والدین در تفکیک پسماند می‌باشد که نشان داد استفاده از روش‌های نوین آموزشی (فعالیت گروهی، آموزش همسالان، بازی و فعالیت خارج از کلاس درس و اجرای مسئولیت توسط خود دانش‌آموز) تأثیر به‌سزایی در یادگیری دانش‌آموز و انتقال این آموزش‌ها به خانواده‌ها داشته که منجر به افزایش نگرش والدین در تفکیک از مبدأ می‌شود. البته باید به این نکته توجه داشت که گروه هدف و نوع مداخله این مطالعات متفاوت بوده ولی به‌طور کلی ایجاد نگرش مطلوب به‌منظور تشویق برای انجام رفتار هدف، جزء راهبردهایی است که در مطالعات مرتبط با آموزش تفکیک پسماند بر آن تأکید فراوان شده است. این یافته‌ها همچنین با نتایج تحقیق یزدان‌خواه و همکاران (۲۷) و همچنین مطالعه اکره و همکاران (۲۸) نیز مشابهت داشت. این افزایش نگرش را می‌توان به علت تشکیل جلسات آموزشی به روش مستقیم در خصوص

بهبود رفتار تفکیک پسماند در گروه مداخله دانست و از این جهت که آگاهی از فواید بازیافت و مضرات عدم دفع پسماند عوامل مهمی در جهت ارتقاء سطح نگرش آنان در این خصوص است. داشتن آگاهی به تنهایی برای اتخاذ رفتارهای پیشگیرانه کافی نیست بلکه طرز تفکر و نگرش درباره تفکیک پسماند عامل مهمی در اقدام پیشگیرانه است. برخی مطالعات نشان داده است که پروژه‌های تفکیک پسماند از مبدأ بدون در نظر گرفتن بسترهای اجتماعی و فرهنگی می‌تواند با مقاومت شهروندان مواجه شده و به نتایج مطلوب نرسد (۲۵). نصب عناصر شهری حاصل از مواد بازیافتی مانند میلمان شهری، وسایل بازی و جدول‌کشی کنار خیابان‌ها با استفاده از مواد بازیافتی به‌منظور اثرگذاری و بهبود نگرش‌های مردم جامعه در خصوص آثار مثبت و مزایای تفکیک پسماند می‌تواند از مصادیق برخی اقدامات جهت بهبود نگرش‌های مرتبط با مسایل محیطی و تفکیک پسماند باشد.

از دیگر نتایج این پژوهش این بود که میانگین امتیازات هنجارهای انتزاعی در گروه مداخله تفاوت معناداری داشته است ولی در گروه کنترل تفاوت معناداری اتفاق نیفتاده است. بر اساس مقایسات بین گروهی هم، میانگین امتیازات هنجارهای انتزاعی در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری داشته است که می‌توان گفت بیانگر تأثیر برنامه مداخله ای می‌باشد. در همین راستا مطالعه‌ی فلاح‌نژاد و همکاران (۲۵) نشان داد که پس از مداخله‌ی آموزشی امتیازات هنجارهای انتزاعی افزایش معناداری داشته است که با مشاهدات مطالعه‌ی حاضر هم خوانی داشت. باید ذکر کرد یافته‌ی حاضر مورد انتظار بود چراکه در پژوهش حاضر چند جلسه‌ی آموزشی با درگیرکردن خانواده‌ها، همسران و همچنین فرزندان در مدارس، که از عوامل اثرگذار بر هنجارهای انتزاعی درک شده زنان می‌تواند باشد، برگزار گردید. بنابراین در مداخلات چنین مطالعاتی، درگیرکردن افراد مهم و تأثیرگذار به‌منظور اثرگذاری بر ادراکات و رفتارهای افراد، موضوع مهمی است که باید در نظر گرفته شود. در مطالعه‌ی جعفرزاده و همکاران (۲) که نتایج آن در خصوص هنجارهای انتزاعی با یافته‌ی مطالعه‌ی حاضر همسو نمی‌باشد، بیان شده است که آموزش به مادران به‌تنهایی نمی‌تواند در بهبود

هنجارهای انتزاعی مؤثر باشد زیرا این متغیر تنها وابسته به فرد نمی باشد و نقش اطرافیان در ارتقاء این سازه نقش به سزایی دارد و یکی از دلایل عدم معنی داری در رابطه با این سازه در آن مطالعه، نقش اطرافیان ذکر گردیده است. از دیگر مطالعاتی که غیرهمسو با مطالعه‌ی حاضر می باشد مطالعه‌ی قربانی و همکاران (۲۹) است که نشان داد بعد از مداخله‌ی آموزشی امتیازات تمام سازه‌های نظریه به جز سازه‌ی هنجارهای انتزاعی بین دو گروه تفاوت معنی داری داشت که به نظر می رسد دلیل این معنی دار نبودن در مورد هنجارهای انتزاعی عدم آموزش به سایر اعضای خانواده‌ی شرکت کننده در مطالعه باشد که این موضوع در مطالعه‌ی حاضر با درگیر کردن همسران خانواده و فرزندان آن‌ها و نیز افراد سرشناس و معتمد روستایی در نظر گرفته شده است.

از نتایج دیگر این پژوهش می توان به تفاوت معنادار امتیازات کنترل رفتاری درک شده زنان بعد از مداخله اشاره کرد. میانگین امتیازات کنترل رفتاری درک شده در گروه مداخله افزایش معناداری داشته است ولی در گروه کنترل تفاوت معناداری اتفاق نیفتاده است و همچنین بر اساس مقایسات بین گروهی میانگین امتیازات کنترل رفتاری درک شده در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل بعد از تعدیل اثر پیش‌آزمون و متغیرهای مخدوشگر تفاوت معناداری داشته است که می‌تواند بیانگر تأثیر مداخله می باشد. این یافته با یافته‌های مطالعات قبلی مطابقت دارد (۲۹،۲۵). در برخی از مطالعات سازه کنترل رفتاری درک شده یکی از مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های رفتار شناخته شده است (۳۰). مطالعه‌ی چن وانگ و همکاران (۳۱) در چین نشان داد که کنترل رفتاری درک شده می‌تواند تمایل ساکنان به تفکیک پسماند را افزایش دهد و تمایل به پرداخت برای خدمات تفکیک پسماند سازمان‌های شخص ثالث را می‌توان از طریق سازه‌ی کنترل رفتاری درک شده و رضایت از خط مشی تقویت کرد. یافته‌های مطالعه کانان گوویندان و همکاران (۳۲) نیز نشان داد کنترل رفتاری درک شده به طور مثبت و معنی داری با قصد تفکیک پسماند افراد مرتبط بوده است و عامل

مهمی است که می‌تواند به طور مستقیم بر رفتار تفکیک پسماند تأثیر بگذارد. در مطالعه‌ی حاضر، به نظر می‌رسد مشارکت خانوارها در بحث‌های گروهی و از طرفی ایجاد برخی تسهیلات مانند در اختیار گذاشتن امکانات لازم برای تفکیک پسماند و رفع برخی موانع موجود می‌تواند تا حد زیادی باعث افزایش کنترل رفتاری درک شده، شده باشد. در واقع، می‌توان در راستای اثرگذاری بر سازه‌هایی مانند نگرش و کنترل رفتاری درک شده در چارچوب نظریه‌ی رفتار برنامه ریزی شده، توجه و در نظر گرفتن انگیزه‌های مالی و خریدن پسماند تفکیک شده به قیمت بالاتر برای افزایش میزان تفکیک پسماند را پیشنهاد نمود. همچنین ایجاد و نصب مخازن دو قسمتی ساده با دو رنگ مختلف جهت پسماندهای خشک و تر و جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده به روش خانه به خانه برای بهبود کنترل رفتاری درک شده توصیه می‌شود.

دیگر یافته‌ی این پژوهش افزایش معنی دار امتیازات قصد رفتاری بعد از مداخله در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل است که می‌تواند تأییدی بر تأثیر برنامه‌ی اجرا شده باشد. در همین راستا مطالعات جعفرزاده و همکاران (۲)، فلاحنژاد و همکاران (۲۵)، کریمی و همکاران (۲۴) و قربانی و همکاران (۲۹) نشان داد که پس از مداخله‌ی آموزشی امتیازات قصد رفتاری افزایش معناداری داشته است که یافته‌های این مطالعات با نتایج مطالعه‌ی حاضر هم‌خوانی دارد. تحقیق جیائوتان نگوین و همکاران (۳۳) با هدف بررسی قصد خانوارها در طبقه‌بندی پسماندهای خانگی پرداخت نشان داد که قصد رفتاری یکی از مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های رفتار است. همچنین در مطالعه محمد امیرالشاهمیر و همکاران (۳۴) گزارش شده است که با افزایش قصد رفتاری عملکرد فرد بهبود یافته است. به عبارتی می‌توان گفت باید توجه داشت که عموماً رفتار افراد به دنبال قصد آن‌ها اتفاق می‌افتد، و برنامه باید بر ایجاد قصدهای رفتاری و به دنبال آن تسهیل تبدیل آن به رفتارهای مورد نظر تمرکز نمایند. از نتایج دیگر این پژوهش می‌توان به افزایش معنی دار امتیازات رفتار تفکیک پسماند بعد از مداخله در گروه مداخله اشاره کرد. طبق یافته‌ها می‌توان گفت، در نهایت مداخله‌ی آموزشی به همراه برخی اقدامات محیطی توانسته است باعث ارتقاء

## نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر تأییدی بر این نکته بود که استفاده از چارچوب‌های نظریه‌ای مانند نظریه‌ی رفتار برنامه‌ریزی‌شده برای طراحی، اجرا و ارزشیابی مداخلات آموزشی در زمینه‌ی رفتار تفکیک پسماند از اثربخشی خوبی برخوردار است و زمانی که این نوع مداخلات آموزشی با برخی مداخلات محیطی برای تسهیل رفتارهای افراد همراه می‌شود می‌تواند تأثیرات قابل قبولی را ایجاد کند. معمولاً مداخلات آموزشی و به‌ویژه مداخلات نظریه‌محور روی افراد اثرگذاری خوبی دارند اما رفتار افراد متأثر از زیرساخت‌های محیطی (تسهیلات جمع‌آوری) و تعیین‌کننده‌هایی مانند مکانی جهت تحویل پسماند تفکیک‌شده و یا عواملی جهت تشویق افراد جهت تفکیک پسماند مانند در اختیار قرار دادن پلاستیک رایگان و غیره می‌باشد. طبق یافته‌های این مطالعه، بهره‌گیری از نظریه‌ها و الگوهای رفتاری مانند نظریه‌ی رفتار برنامه‌ریزی‌شده در طراحی برنامه‌های آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت در زمینه‌ی موضوعات مختلف مانند مسایل زیست محیطی و مدیریت پسماند برای دست اندرکاران و برنامه‌ریزان توصیه می‌شود.

**تشکر و قدردانی:** مطالعه‌ی حاضر، حاصل بخشی از پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی‌ارشد در رشته‌ی مهندسی بهداشت محیط، گرایش مدیریت پسماند مورخ ۱۴۰۳/۷/۱۶ مصوب دانشکده بهداشت و ایمنی و مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است. بدین‌وسیله نویسندگان مقاله از فرماندار محترم شهرستان رودبار، مدیریت محترم شبکه‌ی بهداشت و درمان شهرستان رودبار، همه‌ی مشارکت‌کنندگان در مطالعه و تمامی همکاری‌هایی که در انجام هرچه بهتر این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آورند.

**تعارض منافع:** در این مطالعه نویسندگان هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

**حمایت مالی:** این پژوهش مستخرج از پایان‌نامه‌ای است که در مرکز تحقیقات کنترل عوامل زیان‌آور محیط و کار پژوهشکده‌ی علوم بهداشتی و محیط زیست به‌عنوان طرح تحقیقاتی مصوب و مورد حمایت مالی قرار گرفته است.

معنی‌دار رفتار تفکیک پسماند زنان خانه‌دار در گروه مداخله به نسبت گروه کنترل شود. این یافته با نتایج برخی از تحقیقات مداخله‌ای مانند پژوهش قربانی و همکاران (۲۹) هم راستاست. در مطالعه‌ی شانیانگ وانگ و همکاران (۳۵) گزارش شده است که اقدامات تشویقی رفتار را تقویت می‌کند. همچنین مطالعه‌ی بوفن و همکاران (۳۶) نشان داد که انگیزه‌های محیطی عمومی و خاص به‌طور قابل توجهی بر قصد رفتاری و رفتار تأثیر می‌گذارد. در واقع، شاید بتوان گفت که آموزش مبتنی بر چارچوب نظریه‌ای و همچنین ایجاد زیرساخت‌های محیطی در کنار آن می‌تواند در ارتقاء رفتار تفکیک پسماند از مبدأ مؤثر واقع شود.

**نقاط قوت، محدودیت‌ها و پیشنهادات:** نظریه‌محور بودن این مطالعه و همچنین درگیرکردن سایر اعضای خانواده مانند همسران و فرزندان در مداخله در راستای پرداختن به هنجارهای انتزاعی طبق چارچوب نظریه‌ای به‌همراه مداخله‌ی محیطی از نقاط قوت این پژوهش می‌باشد. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به استفاده از پرسشنامه‌ی خودگزارشی برای جمع‌آوری داده‌ها اشاره کرد. استفاده از چارچوب نظریه‌ی رفتار برنامه‌ریزی‌شده از محدودیت‌های دیگر به حساب می‌آید چراکه برخی عوامل دیگر که می‌توانند بر رفتار تفکیک پسماند مؤثر باشند (مانند: تأثیر قوانین و مقررات) وارد مطالعه نشدند. همچنین استفاده از نظرسنجی یک گروه در کنار هم (در یک مکان و یک‌زمان) ممکن است باعث اغراق در نتایج مثبت شود. به این معنی که افراد موقع تکمیل پرسشنامه، در مورد رفتارهای مطلوب، خود را بهتر از آنچه که در واقعیت هستند نشان بدهند. از محدودیت‌های دیگر این‌که اثرات بلندمدت مداخله در این مطالعه مورد بررسی قرار نگرفتند و در پژوهش‌های بعدی می‌توان پیگیری‌هایی مانند ۶ ماه بعد و یا بیشتر را در نظر گرفت. همچنین جمع‌آوری داده‌های مربوط به میزان پسماندهای تفکیک‌شده به صورت کلی و برحسب انواع آن در این تحقیق انجام نگرفته است که در تحقیقات مربوطه می‌تواند مدنظر قرار داده شود. در این کارآزمایی شاهددار تصادفی، هرچند برای کاهش تورش انتخاب از انتخاب تصادفی و نیز تخصیص تصادفی استفاده گردیده است اما عدم امکان پنهان‌سازی تخصیص تصادفی از محدودیت‌های دیگر این پژوهش به‌حساب می‌آید.

**ملاحظات اخلاقی:** این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط-گرایش مدیریت پسماند در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران با کد اخلاق IR.SBMU.PHNS.REC.1403.087 می‌باشد و با رعایت تمام اصول اخلاقی بیانیه هلسینکی انجام شده است.

**سهم نویسندگان:** محتشم غفاری در ایده‌پردازی، روش شناسی و تفسیر داده‌ها و سکینه رخشنده رو در ایده پردازی، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها مشارکت داشته‌اند.

مجتبی علی اکبری سفیدداربنی مسئول اجرای پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها و ورود داده‌ها به نرم‌افزار آماری بوده است. سیدنادعلی علوی بختیاروند در نگارش مقاله و ایده‌پردازی مشارکت داشته است. محمد رفیعی و محسن سعدانی کمک در تصویب اولیه‌ی طرح و مطالعه و تایید گزارش طرح نقش داشته‌اند. تمامی نویسندگان در بازبینی و ویرایش نهایی مقاله مشارکت کرده، نسخه‌ی نهایی را مطالعه و تایید نموده و مسئولیت کامل صحت و یکپارچگی محتوای علمی آن را پذیرفته‌اند.

## References

1. Lund H. The mcgraw-hill recycling handbook. New York: McGraw Hill Inc; 2001. P. 1-14.
2. Jafarzadeh M, Heidarpour P, Rakhshani T. Investigating the effect of educational intervention based on The theory of planned behavior on the behavior of household waste segregation among households in Nowshahr. Iran J Health Educ Health Promot. (Summer 2023); 11(2): 179-191.
3. Asgaripor A, Amiri MJ, Rahimi S. Evaluation of environmental education effectiveness on environmental attitude and awareness of students. Journal of Environmental Science and Technology. 2020; 22(4): 315-326.
4. Mokhtari H, et al. Identifying effective indicators in educating citizens to minimize and separate the waste at source: (A Case of High School Students). Health System Research, 2021. 17(3): 199-209.
5. Mostafa Hatami A, Memarian Fard M, Sabour M R. Evaluation of waste source separation in 22 districts of Tehran using GIS. JGST 2017; 6(3): 63-74.
6. Nemati M, Abiyat M, Babaii AA, Shojaiian A. Assessment and evaluation of the optimal waste management in rural areas case study: abadan county. Regional planning 2020; 10(38): 81-94.
7. Kamarehie B, Jafari A, Ghaderpoori M, Azimi F, Faridan M, Sharafi K, et al. Qualitative and quantitative analysis of municipal solid waste in Iran for implementation of best waste management practice: a systematic review and meta-analysis. Environmental science and pollution research international. 2020; 27(30): 14-26. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10104-8> PMID:32729041
8. Chobanoglous T, Theisen H. Integrated solid waste management. Edition S, Editor: McGraw-Hill; 1993. 124-159.
9. Pham Phu ST, Fujiwara T, Hoang MG, Pham VD, Tran MT. Waste separation at source and recycling potential of the hotel industry in Hoi an city, Vietnam. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2019; 21:23-34. Doi: [doi.org/10.1007/s10163-018-0807-5](https://doi.org/10.1007/s10163-018-0807-5) <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0807-5>
10. Glanz K, Rimer B.K, Viswanath K. Health behavior and health education: theory, research, and practice. 2008: John Wiley & Sons.
11. Labib O.A, et al. Understanding the effect of internal and external factors on households' willingness to sort waste in dammam city, saudi arabia. Int J Environ Res Public Health, 2021. 18(18). <https://doi.org/10.3390/ijerph18189685> PMID:34574604 PMCID:PMC8465752
12. Fazeli F, Serahati S. Evaluation of education position in household waste management. Journal of Environmental Science and Technology, 2020.
13. Pourzarangar F. Investigating the sustainable development of villages in



- Gilan province with an emphasis on preserving and maintaining the green space of the region (Case study: Pasikhan Rural District, Rasht City). The 5th International Congress on Agricultural Development, Natural Resources, Environment and Tourism of Iran; 2021 dec. 2; Tabriz, Iran. <https://civilica.com/doc/1276303>.
14. Omrani Gh. Solid waste. Scientific Publication Center of Islamic Azad University. 1994. 110-156.
  15. Ahmadi M, Jahansoozi M. Analyzing the factors affecting rural waste management areas in Shirin Dareh district, Quchan County. *Geography and Sustainability of Environment*. 2021; 11(3): 115-137. DOI:10.22126/GES.2021.6538.2404.
  16. Khazaei Feizabadi A.M, Sahragard F. Municipal waste management for sustainable development in developing countries. The Second National Green Waste Management Conference; 2022 Sep. 11; Ardabil, Iran. P. 28-32.
  17. Knickmeyer D. Social factors influencing household waste separation: a literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. *Journal of Cleaner Production* 2020; 245:118605. Doi: [doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118605](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118605). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118605>
  18. Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 1991; 50(2):179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
  19. Van Liere KD, Dunlap RE. Moral norms and environmental behavior: an application of Schwartz's norm-activation model to yard burning 1. *Journal of Applied Social Psychology* 1978; 8(2):174-88. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1978.tb00775.x>
  20. Ajzen I. Theory of Planned Behavior. 2019. Available at: <https://people.umass.edu/aizen/tpb.diag.html>. (Accessed 2025)
  21. Afrakhteh H, Hojat Shomami S. Institutional Changes and Regional Development (Case Study: Mountainous Region of Rudbar County). *Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas*. 2022; 2(6): 1-16.
  22. Motesaddi Zarandi S, Rakhshanderou S, Masoumi Z. Investigating factors affecting the intention to separate waste from the source using the theory of planned behavior, households in district 10 of Tehran. *Journal of Health in the Field* 2023; 11(2):53-61
  23. Rakhshani F, Shahraki Sanavi F. Research Methods Scientific steps and applied methods. Tehran: Shahid Beheshti University of Medical Sciences Publication; 2015 (In Persian).
  24. Karimi j, Sadeghi M, Fadaei E, Mehdi Nejad M. The effect of intervention through both face to face training and educational pamphlets on separation and recycling of solid waste in the kalaleh city. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2015; 8(3): 275-284.
  25. Fallah-Nejad MJ, Shamsi M, Darvishi Cheshmeh Soltani R, Khorsandi M, Moradzadeh R. The effect of educational intervention based on the theory of planned behavior on the promotion of waste separation at source behavior in primary school students in Khorramabad, Iran. *J Health Syst Res* 2023; 19(3): 192-9.
  26. Estebarsari F, Taghdisiolami M.H, Rahimikhalifeh kandi Z, Hosseini A.F. The effect of students' role on parent's performance on waste disposal in maragheh. *Journal of Health Literacy*. 2017; 2(2): 107-116. <https://doi.org/10.18869/acadpub.jhl.2.2.107>
  27. Yazdankhah Z, Mehrabi Y, Rakhshanderou S, Safari-Moradabadi A, Ghaffari M. Behavioral approach to food consumption and waste production: a quasi-experimental study. *J Educ Health Promot* 2020; 9: 343. [https://doi.org/10.4103/jehp.jehp\\_506\\_20](https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_506_20) PMID:33575379 PMCID:PMC7871962
  28. Ekere W, Mugisha J, Drake L. Factors influencing waste separation and utilization among households in the Lake Victoria crescent, Uganda. *Waste Manag*

- 2009; 29(12): 3047-51.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.08.001> PMID:19740642
29. Ghorbani S. Investigating the effect of educational intervention based on the theory of planned behavior on waste separation behavior at source among those referred to comprehensive health service centers in Fardis city in 1402 (Dissertation). School of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. 2023. P. 39-77.
30. Barr S. Factors influencing environmental attitudes and behaviors: A UK case study of household waste management. *Environment and behavior* 2007; 39(4): 435-73.  
<https://doi.org/10.1177/0013916505283421>  
<https://doi.org/10.1177/0013916505283421>
31. Wang C, Chu Z, Gu W. Participate or not: impact of information intervention on residents' willingness of sorting municipal solid waste. *Journal of Cleaner Production*. 2021; 318: 128591.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128591>
32. Govindan K, Zhuang Y, Chen G. Analysis of factors influencing residents' waste sorting behavior: A case study of shanghai. *Journal of Cleaner Production*. 2022; 5(2): 65-69.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131126>
33. Giao T. N, Kiet N. T, Nhien H. T. H, Phuc S. Intention of the households in domestic waste classification in Vinh Chau Town, Soc Trang Province, Vietnam. *Journal of Ecological Engineering* 2023; 24(2): 1-11.  
<https://doi.org/10.12911/22998993/156756>
34. Mustafa M.A.S, Noor N.H.M, Kamal N.S.S.S. Understanding malaysian household waste separation: an extended theory of planned behaviour. *Malaysian Journal of Sustainable Environment*, 2022. 9(1): 19-35.  
<https://doi.org/10.24191/myse.v9i1.17285>
35. Wang S, Wang J, Yang S. From intention to behavior: comprehending residents, waste sorting intention and behavior fromation process. *Waste Management*. 2020; 11(3): 41-50.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.031> PMID:32505110
36. Fan B, Yang W, Shen X. A comparison study of 'motivation-intention-behavior' model on household solid waste sorting in china and singapore. *Journal of Cleaner Production*. 2019. 2(11): 442-454.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.168>